

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-186132
(43)Date of publication of application : 09.07.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
H01L 21/02

(21)Application number : 09-351015
(22)Date of filing : 19.12.1997

(71)Applicant : SONY CORP
(72)Inventor : SOMEYA ATSUSHI
HIRAI TOSHIYA

(54) METHOD FOR FEEDBACK OF SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING PROCESS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for feedback of the semiconductor device manufacturing process that can improve productivity as well as the device performance due to elements further micromachined and integrated by improving the element line width accuracy.

SOLUTION: This method determines conditions of processing the lot to be processed, based on quality control data in the process of a few lots already processed during lithography of a semiconductor device. The weighted moving average of the regression coefficient D to convert the wire width to exposure is found, based on the weighted value. The weighted moving average of the algorithm to find a feedback value is obtained, based on this regression coefficient.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

August 8, 2001 10:05am Page 1

? t sl3/7/all

13/7/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06426863 **Image available**

PATTERN EVALUATION METHOD WHEREIN CALCULATOR IS USED AND PATTERN GENERATION

PUB. NO.: 2000-012426 [JP 2000012426 A]

PUBLISHED: January 14, 2000 (20000114)

INVENTOR(s): INENAMI RYOICHI
NAKASUGI TETSUO

APPLICANT(s): TOSHIBA CORP

APPL. NO.: 10-171757 [JP 98171757]

FILED: June 18, 1998 (19980618)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize good bond of electron beam and field by calculating storage energy per small region of an *exposure* pattern based on storage energy per division region of a sample and *measuring* a size of an arbitrary part based on storage energy whereto a position of two or more small regions is changed and added.

SOLUTION: At first, after a sample formed of resist and a silicon board is divided into mesh three-dimensionally, energy stored in each mesh in resist is calculated. Then, storage energy to each mesh is calculated based on a beam profile obtained by dividing CP patterns 6, 12 extracted from an *exposure* pattern corresponding to mesh. A *resist* *profile* is obtained based on storage energy whereto a shift amount 13 of the CP pattern 6 and the CP pattern 12 is added while being changed. A width of a resist pattern is *measured* based on it. As a result, a range of an allowable shift amount to an irradiation amount is obtained as *exposure* margin.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

13/7/2

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06244558

METHOD FOR *FEEDBACK* OF SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING PROCESS

PUB. NO.: 11-186132 [JP 11186132 A]

PUBLISHED: July 09, 1999 (19990709)

INVENTOR(s): SOMEYA ATSUSHI
HIRAI TOSHIYA

APPLICANT(s): SONY CORP

APPL. NO.: 09-351015 [JP 97351015]

FILED: December 19, 1997 (19971219)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for *feedback* of the semiconductor device manufacturing process that can improve productivity as well as the device performance due to elements further micromachined and

August 8, 2001 10:05am Page 1

? t s13/7/all

13/7/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06426863 **Image available**

PATTERN EVALUATION METHOD WHEREIN CALCULATOR IS USED AND PATTERN GENERATION

PUB. NO.: 2000-012426 [JP 2000012426 A]

PUBLISHED: January 14, 2000 (20000114)

INVENTOR(s): INENAMI RYOICHI

NAKASUGI TETSUO

APPLICANT(s): TOSHIBA CORP

APPL. NO.: 10-171757 [JP 98171757]

FILED: June 18, 1998 (19980618)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize good bond of electron beam and field by calculating storage energy per small region of an *exposure* pattern based on storage energy per division region of a sample and *measuring* a size of an arbitrary part based on storage energy whereto a position of two or more small regions is changed and added.

SOLUTION: At first, after a sample formed of resist and a silicon board is divided into mesh three-dimensionally, energy stored in each mesh in resist is calculated. Then, storage energy to each mesh is calculated based on a beam profile obtained by dividing CP patterns 6, 12 extracted from an *exposure* pattern corresponding to mesh. A *resist* *profile* is obtained based on storage energy whereto a shift amount 13 of the CP pattern 6 and the CP pattern 12 is added while being changed. A width of a resist pattern is *measured* based on it. As a result, a range of an allowable shift amount to an irradiation amount is obtained as *exposure* margin.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

13/7/2

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06244558

METHOD FOR *FEEDBACK* OF SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING PROCESS

PUB. NO.: 11-186132 [JP 11186132 A]

PUBLISHED: July 09, 1999 (19990709)

INVENTOR(s): SOMEYA ATSUSHI

HIRAI TOSHIYA

APPLICANT(s): SONY CORP

APPL. NO.: 09-351015 [JP 97351015]

FILED: December 19, 1997 (19971219)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for *feedback* of the semiconductor device manufacturing process that can improve productivity as well as the device performance due to elements further micromachined and

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-186132

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.⁶H 0 1 L 21/027
21/02

識別記号

F I

H 0 1 L 21/30
21/025 0 2 G
Z

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-351015

(22) 出願日 平成9年(1997)12月19日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 染矢 篤志

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 平井 都志也

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

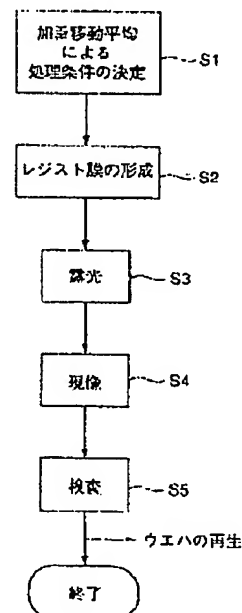
(74) 代理人 弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造工程のフィードバック方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体製造工程において、素子の線幅精度の向上により素子の微細化、高集積化が可能になることでデバイス性能の向上を図ることができるとともに、生産性の向上を図ることができる半導体製造工程の製造工程のフィードバック方法を提供すること。

【解決手段】 半導体装置の製造プロセスのリソグラフィ工程で既に処理された数ロットの工程内プロセス品質制御データに基づいて、これから着工するロットの処理条件を決定するフィードバック方法であって、配線幅を露光量に換算するための回帰係数 α を加重値を基にして加重移動平均して求め、この回帰係数を基にしてフィードバック値を求めるアルゴリズムを加重値を基にして加重移動平均して求めることを特徴とする半導体装置の製造工程のフィードバック方法。



(2)

特開平11-186132

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体装置の製造プロセスのリソグラフィ工程で既に処理された数ロットの工程内プロセス品質制御データに基づいて、これから着工するロットの処理条件を決定するフィードバック方法であって、配線幅を露光量に換算するための回帰係数を、加重値を基にして加重移動平均して求め、この回帰係数を基にしてフィードバック値を求めるアルゴリズムを、加重値を基にして加重移動平均して求めることを特徴とする半導体装置の製造工程のフィードバック方法。

【請求項2】 前記加重値に、時間をパラメータとした重み付け係数を導入する請求項1に記載の半導体装置の製造工程のフィードバック方法。

【請求項3】 前記重み付け係数に、ガウス関数又は1次関数を用いる請求項2に記載の半導体装置の製造工程のフィードバック方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造工程のフィードバック方法に関し、詳しくはリソグラフィ工程におけるフィードバック方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体製造プロセスの大きな課題としてCOO (Cost Of Ownership) の低減がある。特に非常に回数、時間を要するリソグラフィ工程でのCOOの低減は、半導体製造プロセス中でも重要である。

【0003】現在、リソグラフィ工程での生産性を大きく低下させている要因の一つには先行ウエハ (Send Ahead Wafer) による事前の条件設定の工程があげられる。例えば、ウエハ1枚にレジストを塗布した後、露光、現像を行い、レジストパターンを寸法測定を行う。その結果に基づいて露光エネルギーおよびフォーカス位置を決定する。さらに重ね合わせ精度の測定を行う、それによってアライメント補正量を決定する。例えば、パターンのシフト量 (パターン横ずれ量)、スケーリング (放射状の倍率)、ウエハ回転、直交性、ショット回転、ショット倍率等の露光条件補正量を決定する。その後、本体ウエハ上にレジストパターン形成を行う。

【0004】上記のような条件変動要因としては、リソグラフィ要因と他のプロセス要因とに分類できる。例えば露光エネルギーの変動は、リソグラフィ要因としてはレジスト膜厚変動、レジスト感度変動、露光装置 (例えばステッパ) の照明光の変動等が、他のプロセスでは、下地のCVD時の膜厚や光学定数 (屈折率、吸収係数等) の変動等が考えられる。

【0005】そこで上記のような先行ウエハを廃止する目的で、IBM社のPHALCON (Photo Aut

omated Logging and Control system) に代表されるフィードバック方法が導入されつつある。これは上記先行ウエハによる条件出しを廃止する代わりに、直近の数ロットのデータを用いて露光パラメータ (露光エネルギー、アライメント補正値) を決定する方法である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記PHALCONに代表されるフィードバック方法は、汎用メモリのように大量に同じデバイスが流れる製造ラインではその威力を発揮するが、数日あるいは数週間に1ロットが流れる程度のデバイス製造ラインには向かない。そのため、ASIC等の少量多品種の高付加価値品の生産工程に上記フィードバック方法を適用することは困難であった。そこで本発明は上記課題を解消し、半導体製造工程において、素子の線幅精度の向上により素子の微細化、高集積化が可能になることでデバイス性能の向上を図ることができるとともに、生産性の向上を図ることができる半導体製造工程の製造工程のフィードバック方法を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明にある。半導体装置の製造プロセスのリソグラフィ工程で既に処理された数ロットの工程内プロセス品質制御データに基づいて、これから着工するロットの処理条件を決定するフィードバック方法であって、配線幅を露光量に換算するための回帰係数を加重値を基にして加重移動平均して求め、この回帰係数を基にしてフィードバック値を求めるアルゴリズムを加重値を基にして加重移動平均して求めることを特徴とする半導体装置の製造工程のフィードバック方法により達成される。

【0008】本発明では、回帰係数を加重移動平均により求めるので、回帰係数に加重値としてプロセス条件の時間的要因を導入することが可能となる。また、この回帰係数を基にしてフィードバック値を求めるアルゴリズムを加重移動平均により求めることから、フィードバック値を求めるアルゴリズムに加重値としてプロセス条件の時間的要因を導入することが可能になる。そのため、数日あるいは数週間前に流れたロットのIPQCデータに基づいてフィードバック値が求まる。また、加重値には時間をパラメータとした重み付け係数を導入することから、加重値によって時間の変動要因が考慮されることになる。そのため、数日あるいは数週間前に流れたロットのプロセスデータを基にしてフィードバック値を求めても、フィードバック値の時間による変動要因が抑制される。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、

(3)

特開平11-186132

技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0010】本発明の好ましい実施形態の一例を、図1のリソグラフィー工程の説明図によって説明する。図1に示すように、「加重移動平均による処理条件の決定」S1によって、半導体装置の製造プロセスのリソグラフィー工程で、既に処理された数ロットの工程内プロセス品質制御データより着工するロットの処理条件を決定する。

【0011】上記「加重移動平均による処理条件の決定」S1では、露光条件のフィードバック値を求めるアルゴリズムを加重移動平均により求める。その加重値には時間をパラメータとした重み付け係数を導入する。加重移動平均により求める露光条件の対象としては、例えば重ね合わせと線幅の露光エネルギーとがある。

【0012】まず、重ね合わせにおいて、従来の一般的

な重ね合わせのフィードバックアルゴリズムは、(1)式のように表せる。

【0013】

【数1】

$$m = \sum_{i=1}^N (L_i' - m_i' \cdot A) / N \quad \dots (1)$$

(1)式中、m:重ね合わせ補正值、
L_i[']:参照ロット(i番目のロット)の補正値、
m_i[']:参照ロット(i番目のロット)のIPQCデータ、
A:フィードバックゲイン、N:参照ロット数を表わす。

【0014】これに対し、本発明の好ましい実施形態である重ね合わせのフィードバックアルゴリズムでは、

(1)式に加重移動平均を導入して、(2)式のように表した。

【0015】

【数2】

$$m = \sum_{i=1}^N [(L_i' - m_i' \cdot A) W_i] / \sum_{i=1}^N W_i \quad \dots (2)$$

(2)式中、m:重ね合わせ補正值、
L_i[']:参照ロット(i番目のロット)の補正値、
m_i[']:参照ロット(i番目のロット)のIPQCデータ、
A:フィードバックゲイン、W_i:i番目のロットの加重値、
N:参照ロット数を表わす。

【0016】また、線幅の露光エネルギーにおいて、従来の一般的な線幅精度に影響を及ぼす露光エネルギーeのフィードバックアルゴリズムは、(3)式のように表

せる。

【0017】

【数3】

$$e = [\sum_{i=1}^N (d_i' - T) \cdot A \cdot D + e_i'] / N \quad \dots (3)$$

(3)式中、e:推奨露光エネルギー、
d_i[']:参照ロット(i番目のロット)の線幅、
T:ターゲットの線幅、A:フィードバックゲイン、
D:回帰係数、
e_i[']:作業済ロット(i番目のロット)の露光エネルギー
N:参照ロット数を表わす。

【0018】これに対し、線幅の露光エネルギーeのフィードバックアルゴリズムでは、(3)式に加重移動平均を導入して、(4)式のように表した。

【0019】

【数4】

(4)

時間平11-186132

$$e = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (d_i - W_i)}{\sum_{i=1}^N W_i - T} \right] \cdot A \cdot D + \frac{\sum_{i=1}^N (e_i \cdot W_i)}{\sum_{i=1}^N W_i} \dots (4)$$

(4) 式中、 e : 推奨露光エネルギー、
 d_i : 参照ロット (i 番目のロット) の線幅、
 W_i : i 番目のロットの加重値、 T : ターゲットの線幅、
 A : フィードバックゲイン、 D : 回帰係数、
 e_i : 作業済ロット (i 番目のロット) の露光エネルギー
 N : 参照ロット数
を表わす。

【0020】また、この発明の好ましい実施形態である線幅の露光エネルギー e のフィードバック方法では、さらに以下のような処理も行う。回帰係数 D は、(4) 式において線幅を露光量に変換する係数である。(4) 式においては、予め線幅と露光量の関係 (近似的に1次関数とみなしている) より固定値として扱っていたが、本発明の好ましい実施形態のフィードバック方法では、(4) 式の回帰係数 D にも加重移動平均の概念を導入する。

【0021】線幅 d_j と露光量 e_j が、

【数5】

$$d_j = \alpha + \beta e_j \dots (5)$$

で表される一次式であるとする、一般に用いられる最小二乗法を用いて α 、 β を求める、

【0022】即ち、

【数6】

$$x = \sum_{j=1}^M W_j \{ (d_j - (\alpha + \beta e_j)) \}^2 \dots (6)$$

(6) 式中、 e_j : 処理済みロット j の露光量

d_j : 処理済みロット j の線幅

M : 参照ロット数 ($M=1 \sim \infty$)

W_j : j ロットの加重値

【0023】この(6)式の x^2 を最小にするような α 、 β を、正規方程式を用いて求めれば良い。これにより求めた関数の傾き β の逆数が回帰係数 D ということになる。このようにして直近のデータに重みをかけることにより、最新の線幅・露光量の関係を基に露光量を決定でき、その結果所望の線幅を得ることができる。

【0024】上記(2)式、(6)式等を用いて加重移動平均による処理条件の決定を行い、入力補正値を求める。

【0025】そして「レジスト膜の形成」S2によって、製品を形成するウエハにレジストを塗布してレジスト膜を形成する。その際、塗布後にベークングを行ってレジスト膜を硬化させる。この「レジスト膜の形成」S2は、「加重移動平均による処理条件の決定」S1と並列に処理してもよい。

【0026】次いで「露光」S3によって、上記「加重移動平均による処理条件の決定」S1により決定した処

理条件に基づいて露光条件を設定して露光を行う。

【0027】続いて「現像」S4によって、上記露光したウエハの現像を行い、レジストパターンを形成する。

【0028】その後「検査」S5によって、レジストパターン寸法 (線幅) の測定、レジストパターン形状の検査を行う。その結果、良好であればリソグラフィ工程を「終了」する。もし検査結果が不良であれば、ウエハを再生する工程に送る。

【0029】このように、(2)、(4)式を利用したフィードバック方法では、重ね合わせの補正値および露光エネルギーを求める式に加重移動平均を導入することによって、アルゴリズムに加重値としてプロセス条件の時間的要因を導入することが可能になる。そのため、数日あるいは数週間前に流れたロットのプロセスデータに基づいてフィードバック値が求まる。また、加重値 W_j に時間をパラメータとした重み付け係数を導入することにより、加重値 W_j によって時間的変動要因が考慮されることになる。そのため、数日あるいは数週間前に流れたロットのプロセスデータを基にしてフィードバック値を求めても、フィードバック値の時間による変動要因が抑制される。

【0030】さらに、線幅精度の露光エネルギーのフィードバック方法として、(4)式の代わりに(6)式を用いる。この際、回帰係数 D 自体を加重移動平均により求める。これにより、回帰係数 D に加重値 W_j としてプロセス条件の時間的要因を導入することが可能となる。また、この回帰係数 D を基にしてフィードバック値を求めるアルゴリズムを加重移動平均により求めるので、アルゴリズムに加重値 W_j としてプロセス条件の時間的要因を導入することが可能になる。そのため、数日あるいは数週間前に流れたロットのプロセスデータに基づいてフィードバック値を求めることが可能になるので、さらに高精度のフィードバックを実現することができる。

【0031】次に、重ね合わせ及び線幅精度の露光エネルギーのフィードバック方法において、従来と本発明の実施形態とを比較する。まず、重ね合わせ精度の平行移動誤差 (Translation) を一例として、従来のフィードバック方法と本発明の好ましい実施形態であるフィードバック方法との比較を行う。

(5)

特開平11-186132

【0032】図2は、あるステップ（露光装置）のIPQC（装置メンテナンスデータ）での平均移動誤差を示したものであり、縦軸に平均移動誤差を示し、横軸に時間を示す。

【0033】図2に示すように、時間の経過とともに平均移動誤差が変化していることがわかる。このような変化が起こる理由は、例えばステップのアライメントセンサーのテレセン性（フォーカス像の横方向ずれ）の悪化等が考えられるが、原因は特定できない。このような変動要因を補正することを目的として、上記説明したように加重移動平均を導入することによってプロセス条件を求める。

【0034】また、図3は、ある製品ロットでの先行ウェハ法による重ね合わせ誤差とその時のステップ（露光装置）への補正入力値であり、縦軸にIPQC値及び補正入力値を示し、横軸に時間を示す。

【0035】図3に示すように、補正を行わないIPQC値は時間の経過とともに平均移動誤差は、例えば、58日前が $-0.01\mu\text{m}$ 、56日前が $-0.00\mu\text{m}$ 、11日前が $0.04\mu\text{m}$ 、7日前が $0.06\mu\text{m}$ 、2日前が $0.05\mu\text{m}$ 、当日が $0.06\mu\text{m}$ というように、大きく変動を起こしている。このように変動が起こる原因は、例えばステップのアライメントセンサーのテレセン性（フォーカス像の横方向ずれ）の悪化等が考えられるが、原因は特定できない。このような変動要因を補正することを目的として、上記説明したように加重移動平均を導入することによってプロセス条件を求める。

【0036】今、先行ウェハ法による入力補正値を理想補正値とする。その入力補正値は、58日前が $0.00\mu\text{m}$ 、56日前が $-0.01\mu\text{m}$ 、11日前が $-0.03\mu\text{m}$ 、7日前が $-0.04\mu\text{m}$ 、2日前が $-0.04\mu\text{m}$ 、当日が $-0.06\mu\text{m}$ であった。そして、その補正値を用いて処理した後のIPQC値は、58日前が $-0.01\mu\text{m}$ 、56日前が $-0.01\mu\text{m}$ 、11日前が $0.01\mu\text{m}$ 、7日前が $0.02\mu\text{m}$ 、2日前が $0.01\mu\text{m}$ 、当日が $0.00\mu\text{m}$ になった。

【0037】ここで重ね合わせにおけるフィードバック方法を使用した場合で、従来のフィードバック法である（1）式、及び本発明の好ましい実施形態のフィードバック方法である（2）式において係数 $A=1$ 、 0 とし、参照ロット数を5ロット（ただし、参照データの有効期間は60日）として計算を行った。また加重移動平均の加重値はここでは等差級数として以下のように設定した。 $W_1=0.10$ 、 $W_2=0.15$ 、 $W_3=0.20$ 、 $W_4=0.25$ 、 $W_5=0.30$ 。ただし $\sum W_i=1.00$ とした。

【0038】その結果、従来のフィードバック法では、入力補正値（入力オフセット量）は $-0.03\mu\text{m}$ となり、理想補正量 $-0.06\mu\text{m}$ とのフィードバック誤差は $0.03\mu\text{m}$ となった。一方、本発明の好ましい実

施形態のフィードバック方法では、入力補正値（入力オフセット量）は $-0.04\mu\text{m}$ となり、理想補正量 $-0.06\mu\text{m}$ とのフィードバック誤差は $0.02\mu\text{m}$ となった。そして両者を比較すると、加重移動平均を用いた本発明の好ましい実施形態によるフィードバック方法の方が、フィードバック性能は $0.01\mu\text{m}$ 良いことがわかる。

【0039】次に上記 W_i を時間 t の関数 $f(t)=W_i$ とし、ここでは（7）式として、上記（2）式に適用した場合を以下に示す。

【0040】

【数7】

$$W_i = t/60 + 1 \cdots (7)$$

（7）式中、 W_i : i番目のロットの加重値、
 t : 時間を表わす。

【0041】したがって、加重移動平均の加重値は以下のようになる。例えば58日前の加重値 $W_1 = (-58)/60 + 1 = 0.03$ となる。ここでは、 t は当日を0として起算し、マイナスにて表すことにしている。したがって、58日前であれば $t = -58$ となる。同様に56日前、11日前、7日前、2日前の加重値は、それぞれ、 $W_2 = 0.07$ 、 $W_3 = 0.82$ 、 $W_4 = 0.88$ 、 $W_5 = 0.97$ となる。これらの加重値を基にして（2）式により計算すると、入力補正値（入力オフセット量）は $-0.05\mu\text{m}$ となる。その結果、上記理想補正値 $-0.06\mu\text{m}$ とのフィードバック誤差は $0.01\mu\text{m}$ である。重ね合わせにおいて両者を比較すると、加重移動平均を用いた本発明の実施形態によるフィードバック方法の方がフィードバック性能は $0.02\mu\text{m}$ 優れていることがわかる。

【0042】次に、線幅精度に影響する露光エネルギーにおいて、従来のフィードバック方法と本発明の好ましい実施形態によるフィードバック方法との比較を行う。図4は、イニシャル（デバイス投入時）と、現時点のそれぞれの線幅と露光量の関係を示したものである。図4によると、1次関数近似（線形）での傾き、切片ともに変化していることがわかる。これは、図5のような同一露光量にて処理した線幅の約半年間の経過時の線幅の変化からも理解することができる。

【0043】図6は、従来（現行）のフィードバック方法及び本発明の実施形態によるフィードバック方法により露光された線幅の各ロット毎のばらつきを示している。ここでは、例えば16ロット（ロットA、ロットB、・・・、ロットP）についての結果を示す。従来のフィードバック方法による線幅（変形のドットライン）6aは、最近の製品ロットのトレンドデータを示しており、線幅6bは、本発明の実施形態によるフィードバック方法により露光された線幅を示す。ここで、フィードバックに使用した回帰直線は、図4のイニシャルデータ

(6)

特開平11-186132

4 μ mを使用した、線幅は、ターゲットが0.4 μ mであって、スペックが \pm 0.04 μ mである。以上のような条件の下で、従来のフィードバック方法による線幅と本発明の実施形態のフィードバック方法による線幅とを比較検討する。

【0044】線幅6aにおいては、図6を参照すると従来の方法16ロットともスペックはクリアしている。しかしながら、徐々に線幅がプラス側に遷移（ドリフト）し、最悪値は0.44 μ mとスペックぎりぎりのロット（ロット1、ロットM及びロットP等）が存在するため、配線幅にばらつきがある。

【0045】一方、線幅6bにおいては、図4の最新データの回帰直線を使用した場合の線幅予想値を計算により算出したものを図6の線幅6b（四角のドットライン）に示す。これによれば、同じく16ロットともスペックはクリアしている。従来のフィードバック方法との違いは、最悪値が0.428 μ m（ロット1等）となっており、線幅誤差が改善されていることである。

【0046】尚、ここで（5）、（6）式の演算において使用したパラメータは、次のようになっている、フィードバックゲインA=1、0

参照ロット数N=5

加重移動平均の加重値W_i = 1（重み付けなし）

【0047】ところで本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。ここでは、重み付けに、加重値が単調減少する関数として一次関数を用いたが、ガウス関数など時間により加重値が単調に減少する関数であれば、一次関数に限定されない。なお、上記ガウス関数は標準偏差が大きくなると、近似的に一次関数と見なすことが可能である。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、回帰係数を加重移動平均により求めるので、回帰係数に

加重値としてプロセス条件の時間的要因を導入することが可能となる。また、さらにこの回帰係数を基にしてフィードバック値を求めるアルゴリズムを加重移動平均により求めるので、アルゴリズムに加重値としてプロセス条件の時間要因を導入することが可能になる。そのため、数日あるいは数週間前に流れたロットのプロセスデータに基づいてフィードバック値を求めることが可能になる。さらに高精度のフィードバックを実現することが可能になる。さらに加重値に時間をパラメータとした重み付け係数を導入する方法によれば、さらに高精度のフィードバックを実現できる。よって、TATの短縮、再生ウエハの発生減少等を実現することができるので、生産性の向上を図ることができる。それとともに、線幅精度の向上により素子の微細化、高集積化が可能になるとともにデバイス性能の向上が図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好ましい実施形態であるフィードバック方法によるリソグラフィ工程の説明図である。

【図2】ステップのEQCデータの説明図である。

【図3】先行ウエハ法による製品ロットの重ね合わせ結果の説明図である。

【図4】本発明の好ましい実施形態であるフィードバック方法による線幅と露光量の関係を示す説明図である。

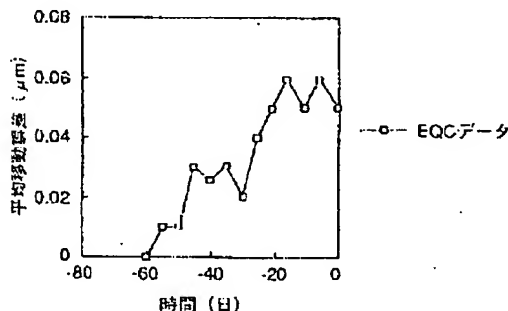
【図5】本発明の好ましい実施形態であるフィードバック方法による同一露光量での線幅の経時変化を示す説明図である。

【図6】本発明の好ましい実施形態であるフィードバック方法により露光した場合の予想線幅を示す説明図である。

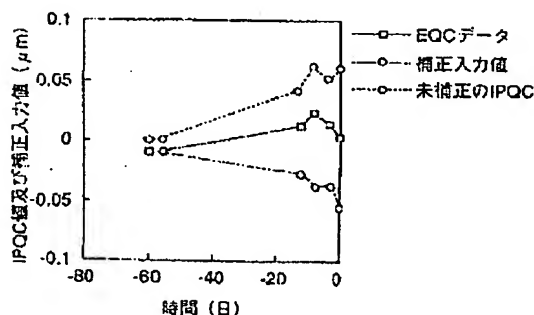
【符号の説明】

D・・・回帰係数、S1・・・加重移動平均による処理条件の決定

【図2】



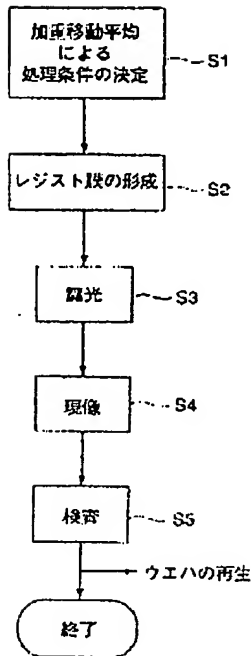
【図3】



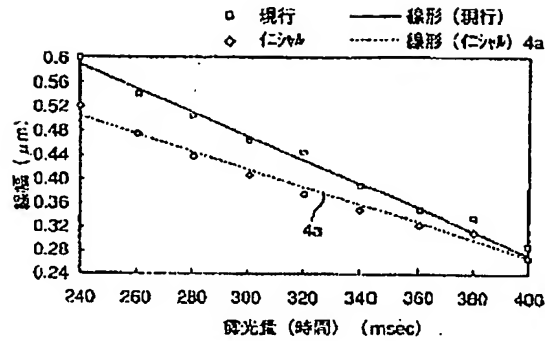
(7)

特開平11-186132

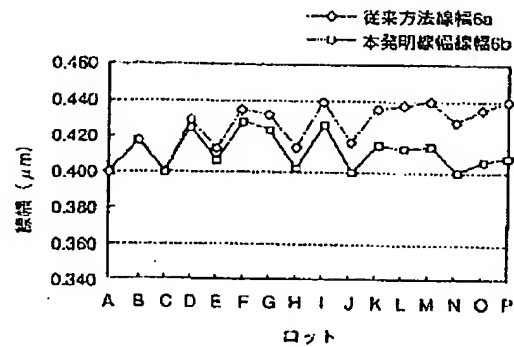
【図1】



【図4】



【図6】



【図5】

